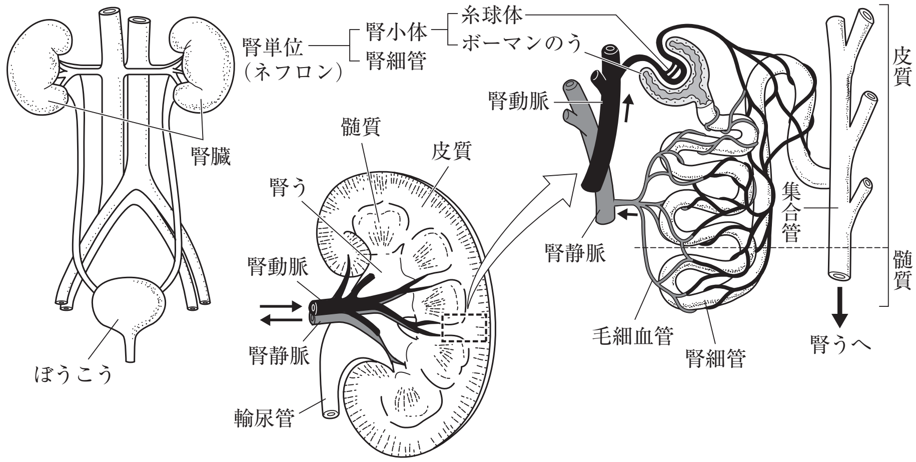
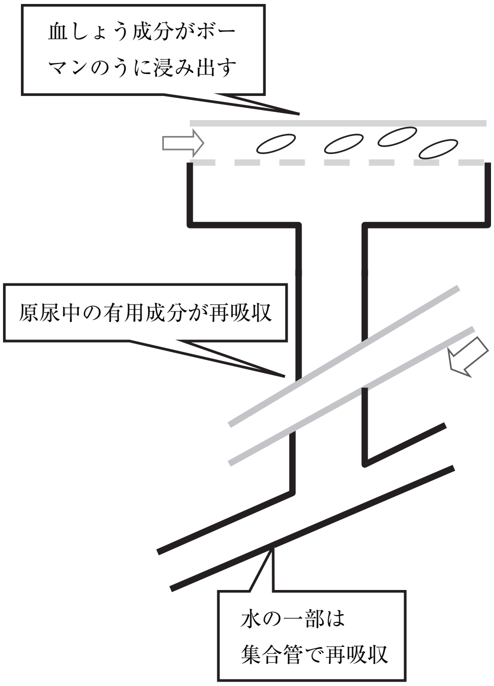
第32講　排出系

■腎臓と尿形成

◆腎臓　…　血液を浄化して，不要分を尿として排出。



◆尿形成　…　ろ過と再吸収の２段階の過程によって不要分のみを排出。



“ろ過”　糸球体からボーマンのうへの濾しだし

→ 原尿 生成　（約180L/日）

原尿：水，尿素，無機塩類，アミノ酸，ブドウ糖。
血球と血しょうタンパク質は大きいため，
ボーマンのう側にろ過されず。

“再吸収”　腎細管で原尿中の必要成分の吸出し

→ 尿 生成　（約1.5L/日）

再吸収率　水99％以上，Na^{+} 99％
グルコース，アミノ酸100％，
尿素約50％

ホルモンによる浸透圧調節

“バソプレシン”　…集合管における水の再吸収促進

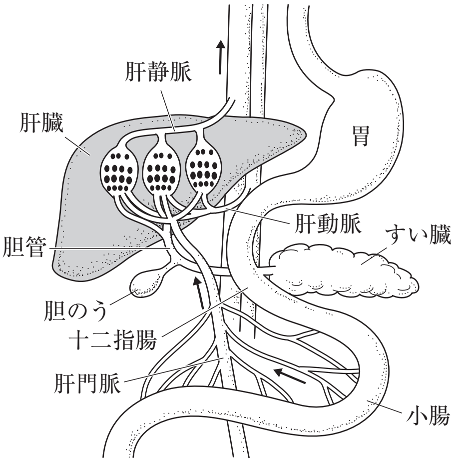
“鉱質コルチコイド”　… 腎細管におけるNa^{+}の再吸収促進

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**肝臓**　…　体内の化学工場，様々な代謝が進行し，熱と血液の調節も行う

◆肝臓



◆肝臓の機能

1．胆汁の合成　…胆汁は，胆のうに貯蔵され，胆管を介して十二指腸に分泌される。胆汁は脂肪を乳化し，リパーゼによる消化を促進する。

2．尿素の合成　…タンパク質の代謝によって生じるアンモニアを，無害な尿素に変える(オルニチン回路)。尿素は腎臓にて排出される。

3．養分の貯蔵と代謝　…小腸で吸収されたグルコースやアミノ酸は肝門脈を経て，肝臓に運ばれる。グルコースはグリコーゲンに合成され，血糖値調節の基盤となる。

4．解毒作用　…体内で発生するアルコールなどの有毒物質は，肝臓にて無害な物質に分解される。

5．血流量の調節　…循環する血液量を適切に保つ。

6．熱の発生　…化学反応が活発に行われ，骨格筋についで２番目に多い。

7．各種成分の合成，貯蔵，分解　…脂質の合成，アミノ酸の合成と分解，ビタミンの貯蔵，血しょうタンパク質(アルブミン，フィブリノゲン等)の合成。

◆窒素化合物の排出

アンモニア →	尿素 →	尿酸
魚類	哺乳類	鳥類
両生類(幼生)	両生類(成体)	爬虫類

・水生生物はアンモニアのまま，体外に排出。

・陸上では無毒な尿素にして濃縮して排出。

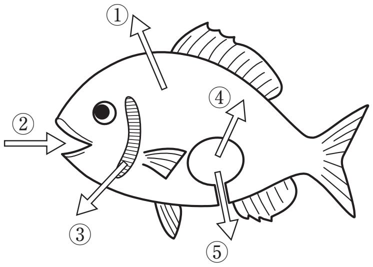
・尿酸による排出では水が節約でき，発生時に卵内の浸透圧も変えない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

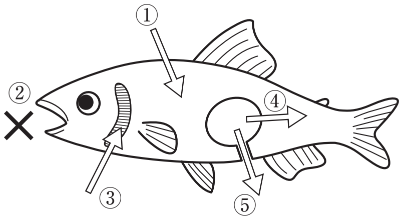
■硬骨魚類の浸透圧調節

◆海水産硬骨魚類



① 外液に体内の水を奪われる。
② 海水を飲む。
③ えらの塩類細胞で能動的に塩類を排出。
④ 腎臓にて，水の再吸収。
⑤ 体液と等張な尿を少量排出。

◆淡水産硬骨魚類



① 体内に水が浸透する。
② 淡水飲まず。
③ えらにて，塩類を能動的に吸収。
④ 腎臓にて塩類を再吸収。
⑤ 体液より低張な尿を多量に排出。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

腎臓の機能を調べた以下の実験に関して，それぞれの問い(問1～問5)に答えなさい。

次の表は，ヒトの静脈にイヌリンを投与し，血中濃度が一定になったところで血しょう，原尿，尿中のイヌリンおよび主な成分の濃度(mg/mL)を測定したものである。ただし，イヌリンは人体に無害な物質で，血しょう濃度のまま原尿に入り，細尿管(腎細管)で再吸収されない。また，1分間当たりの尿の生成量は1mLとする。

	イヌリン	タンパク質	グルコース	Na	尿素
血しょう	0.4	80.0	1.0	3.0	0.3
原尿	0.4	0.0	1.0	3.0	0.3
尿	48.0	0.0	0.0	3.3	20.0

(mg/mL)

問１　１分間に原尿中に排泄されるイヌリン量として最も適切なものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　0.4mg　②　19.2mg　③　24mg　④　48mg　⑤　96mg　⑥　120mg

問２　１分間に生成される原尿量として最も適切なものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　48mL　②　60mL　③　80mL　④　100mL　⑤　120mL　⑥　240mL

問３　１分間当たりの尿素の再吸収率(原尿中から血中に吸収される割合)として最も近いものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　17%　②　33%　③　44%　④　56%　⑤　72%　⑥　80%

問４　タンパク質とグルコースの尿中濃度がゼロとなる理由として最も適切なものを，次の①～④から選びなさい。

①　タンパク質とグルコースは糸球体でろ過されるが，すべて細尿管(腎細管)で再吸収されるから。

②　タンパク質は糸球体でろ過されず，グルコースはろ過されるが細尿管(腎細管)ですべて再吸収されるから。

③　タンパク質とグルコースは糸球体でろ過されないから。

④　グルコースは糸球体でろ過されず，タンパク質はろ過されるが細尿管(腎細管)ですべて再吸収されるから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　糖尿病では血糖値(血液中のグルコース濃度)が増加するが，一定の血糖値をこえるとはじめて尿中にグルコースが出現する。その理由として最も適切なものを，次の①～④から選びなさい。

① 一定の血糖値をこえると，糸球体でろ過されるグルコースの量が急に増えるから。

② インスリンの働きが低下して，細尿管(腎細管)でグルコースの再吸収ができなくなるから。

③ 糸球体でわずかにろ過されたグルコースが,細尿管(腎細管)で再吸収されないから。

④ 細尿管(腎細管)で再吸収できるグルコース量には，上限の値があるから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

ヒトの腎臓に関する以下の問いに答えなさい。

問１　腎臓についての記述Ａ～Ｅのうち，正しいものの組み合わせを，あとの①～⑮から１つ選べ。

Ａ．ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対ある。

Ｂ．ヒト成人の腎臓の大きさはソラマメの種子とほぼ同じである。

Ｃ．細尿管は腎臓とぼうこうをつなぐ管である。

Ｄ．糸球体には静脈血が流れ込んでいる。

Ｅ．集合管は腎う(腎盂)へつながっている。

①　Ａのみ　②　Ｂのみ　③　Ｃのみ　④　Ｄのみ
⑤　Ｅのみ　⑥　ＡとＢ　⑦　ＡとＣ　⑧　ＡとＤ
⑨　ＡとＥ　⑩　ＢとＣ　⑪　ＢとＤ　⑫　ＢとＥ
⑬　ＣとＤ　⑭　ＣとＥ　⑮　ＤとＥ

問２　図１は腎臓の機能単位の模式図である。以下の各部分に相当する適切なものを図１をもとにしてあとの①～⑫からそれぞれ１つずつ選べ。

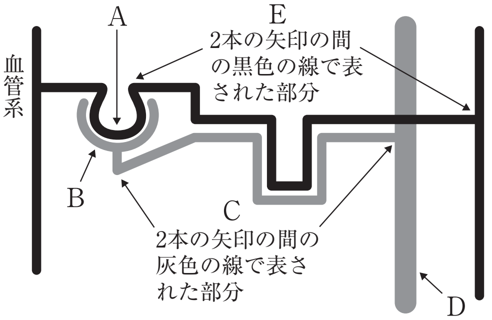


図１

(1)　ボーマン嚢　　(2)　マルピーギ小体(腎小体)　　(3)　ネフロン

①　Ａのみ　②　Ｂのみ
③　Ｃのみ　④　Ｄのみ
⑤　Ｅのみ　⑥　ＡとＢを合わせた部分
⑦　ＡとＥを合わせた部分　⑧　ＢとＣを合わせた部分
⑨　ＣとＤを合わせた部分　⑩　ＣとＥを合わせた部分
⑪　Ａ，Ｂ，Ｃを合わせた部分　⑫　Ｂ，Ｃ，Ｄを合わせた部分

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　腎臓の主に集合管に作用して水の再吸収を調節するホルモンについての記述A～Eについて，正しいものの組み合わせを，あとの①～⑮から1つ選べ。

A．分泌する細胞の細胞体は脳下垂体にある。

B．分泌する細胞は軸索を脳下垂体前葉にまで伸ばしている。

C．分泌する細胞は軸索を脳下垂体後葉にまで伸ばしている。

D．分泌は，放出ホルモンによって制御されている。

E．分泌量が増えると尿量が増加する。

① Aのみ　② Bのみ　③ Cのみ　④ Dのみ
⑤ Eのみ　⑥ AとB　⑦ AとC　⑧ AとD
⑨ AとE　⑩ BとC　⑪ BとD　⑫ BとE
⑬ CとD　⑭ CとE　⑮ DとE

問4　ヒトの血しょう中と尿中のナトリウムイオンおよびイヌリンの濃度を表1に示した。なお，イヌリンは静脈中に注射したもので，この物質は細尿管では分泌も再吸収もされない。また，図2に血しょう中と尿中のグルコース濃度の関係を示した。これらのデータを用いて以下の問いに答えなさい。ただし，尿は1分間に1mL生成されるものとする。

表1

成　分	血しょう中の濃度(mg/mL)	尿中の濃度(mg/mL)
ナトリウムイオン	3.00	3.50
イヌリン	0.01	1.20

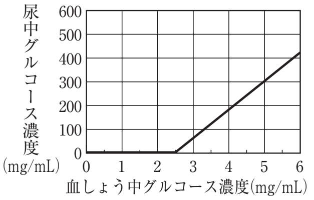


図2

(1)　原尿中から1分間に再吸収されるナトリウムイオンは何mgか。小数点以下第1位まで求めよ。

(2)　腎臓が1分間に再吸収することのできるグルコースの最大量(mg)として最も適切な数値を，次の①～⑦から選べ。

① 125　② 175　③ 250　④ 300
⑤ 310　⑥ 325　⑦ 375

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

問１　④
問２　⑤
問３　③
問４　②
問５　④

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

問１　⑨

問２　(1)　②　　(2)　⑥　　(3)　⑪

問３　③

問４　(1)　356.5mg　　(2)　④

【解説】

問１　ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対存在し，血液から不要分をこし出し，尿を形成する器官である。大きさはヒトの場合150g程度で，輸尿管を通じてぼうこうにつながっている。腎臓に入った腎動脈は細かく枝分かれして毛細血管となり，その一部で糸球体を形成する。糸球体はボーマンのうに包まれ，ボーマンのうはさらに細尿管，集合管，腎うへと続き，輸尿管へとつながる。ゆえに，ＡとＥが正しい。

問２　ボーマンのうは毛細血管である糸球体を包む構造であるので，Ｂとなる。腎小体(マルピーギ小体)は糸球体とボーマンのうで構成されるため，ＡとＢを合わせた部分となる。ネフロンは腎単位とも呼ばれ，ろ過の場となる腎小体とそれに続き再吸収が行われる細尿管(腎細管)からなる。ゆえに，Ａ，Ｂ，Ｃを合わせた部分となる。

問３　集合管に作用して水の再吸収を促進するホルモンは，脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンである。脳下垂体後葉のホルモンは，間脳視床下部にある神経分泌細胞の細胞体で合成され，軸索を介して脳下垂体後葉まで輸送されてから分泌される。一方，脳下垂体前葉，中葉のホルモンは，間脳視床下部からの放出ホルモンや抑制ホルモンによって分泌が制御されている。バソプレシンによって水の再吸収が促進されるため，尿量は減少し血圧は増加する。ゆえに，正しいのはＣのみである。

問４(1)　表よりイヌリン濃度が120倍になっていることから，原尿は尿の120倍であると考えられる。1分間の尿量が1mLであることから，１分間の原尿量は120mLとなる。ろ過によってナトリウムイオンの濃度は変化しないため，血しょう中の濃度と原尿中の濃度は等しいので，ろ過されたナトリウムイオンは，$3.00 \times 120 = 360$mgとなるが，排出されたナトリウムイオンは，$3.50 \times 1 = 3.5$mgとなる。ゆえに再吸収されたナトリウムイオンは，$360 - 3.5 = 356.5$mgとなる。

(2)　尿中にグルコースが排出されるようになる血しょう中グルコース濃度2.5mg/ml以上の時はグルコースを最大限再吸収していることになる。血しょう中グルコース濃度５mg/mLの時の１分間のグルコースろ過量は，$5 \times 120 = 600$mgであり，排出量は，$300 \times 1 = 300$mgとなる。ゆえに，この場合の再吸収量は，$600 - 300 = 300$mgとなり，これが再吸収量の最大値となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。